

盐城凹陷朱家墩气田综合化探异常及其地质意义

王国建^{1 2}, 邓平², 石美葵³

(1. 中国地质大学 地球科学学院, 湖北 武汉 430074 2. 中国石油化工集团 石油勘探开发研究院 石油化探研究所, 安徽 合肥 230022 3. 中国石油化工集团 江苏石油勘探局 勘探公司, 江苏 扬州 225009)

摘要: 用酸解烃、顶空气、吸附丝及甲烷碳同位素方法对盐城凹陷朱家墩气田进行了综合油气化探测量, 建立了该区这几种方法指标的化探异常模式, 在总结已知油气区异常规律的基础上, 优化化探方法及指标组合并运用于未知区域, 圈定了油气远景靶区。探讨了地表化探异常与石油地质特征的关系, 为化探异常的地质解释提供了可借鉴的思路。

关键词: 综合油气化探; 异常模式; 预测评价; 石油地质

中图分类号: P632 文献标识码: A 文章编号: 1000-8918(2005)02-0131-04

油气化探方法的有效性应该是建立在对已知油气区地球化学异常特征及区域地球化学场分析特征认识基础之上, 从有监督测量中找出规律性变化指导区域油气化探工作。据此, 我们在盐城凹陷朱家墩气田上方实测2条十字地球化学剖面, 同时在气田北西西向约15 km的一未知区进行了化探详查。采样深度都为1.8~2.0 m。通过类比研究, 为未知区优选钻探目标提供了化探依据。

1 研究区石油地质背景

盐城凹陷位于苏北盆地盐阜坳陷的东南部, 南邻建湖隆起, 西北与塘洼一大喇叭凸起相接, 东至黄海, 由2个呈南东倾箕状凹陷组成(图1)。凹陷内中、新生界厚逾5000m, 地层自下而上有: 古生界,

中生界上白垩系浦口组、泰州组, 古近系阜宁组、戴南组、三垛组, 新近系盐城组和第四系东台组。凹陷由南向北被二级断层分割成3个次级构造单元, 即南洋次凹、中央隆起和新洋次凹。朱家墩构造位于南洋次凹深凹带, 是盐二、盐三断层夹持的断背构造, 其高点埋深3740 m, 面积24 km²[1]。

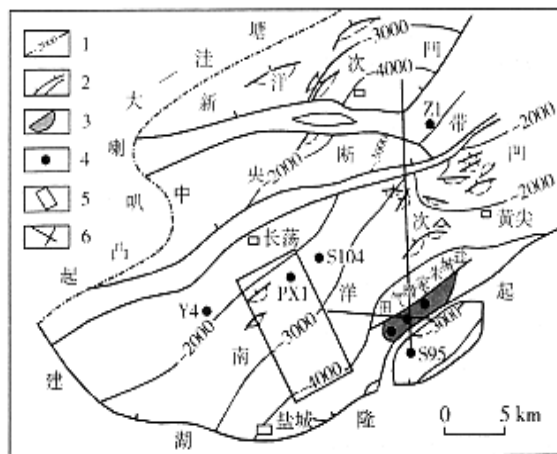
2 已知区油气化探测量

2.1 指标优选

在盐城凹陷朱家墩气田上方进行了油气化探十字剖面测量, 点距为500 m。在排除干扰因素的基础上, 根据指标的石油地质意义、多元统计分析结果和土壤选择性吸留及成因多源性等因素, 考虑到该区天然气具有伴生凝析油的特点, 选择了酸解烃甲烷(SC₁)、酸解烃重烃(SC₂₊)、顶空气重烃(WC₂₊)作为地表化探的主要指标。在朱家墩构造盐城1井天然气样的吸附丝分析中, 正戊烷、4-甲基庚烷等单体化合物丰度较高, 而其他重组分丰度含量相对较低。因此, 选择了上述2指标作为地表化探的研究内容。

2.2 已知气田上方化探指标特征

图2a为过朱家墩气田近东西向地球化学剖面, 气田上方为10~15号样点, SC₁、SC₂₊、WC₂₊指标在气田两侧为高强度异常, 气田上方为相对低值, 表现了典型环状异常模式。吸附丝4-甲基庚烷、正戊烷丰度在已知气田上方及边界出现明显异常, 而剖面其他位置除个别点外, 无突出异常。图2b为过



1—等深线 2—断裂 3—气田 4—探井 5—化探测区 6—十字剖面
图1 盐城凹陷构造区划及化探测区示意

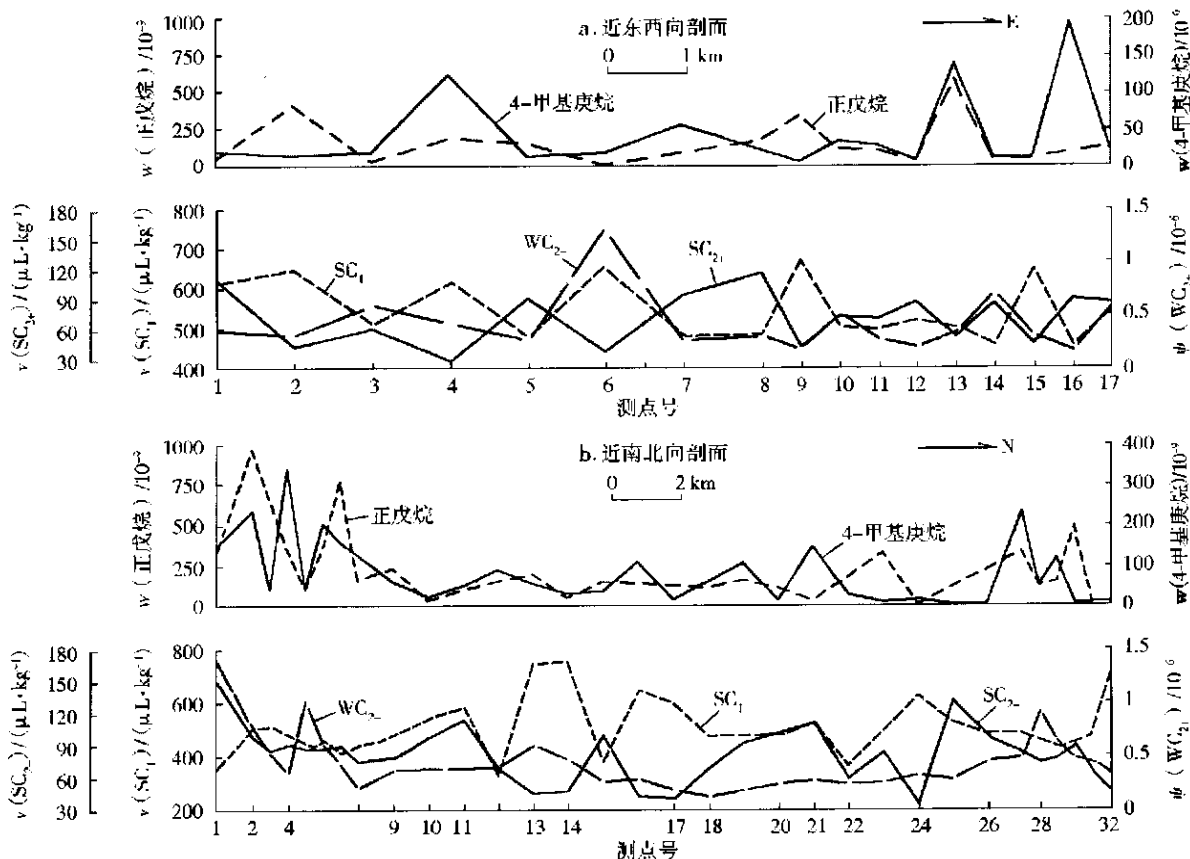


图2 朱家墩气田区十字剖面地球化学指标特征

该气田近南北向地球化学剖面,其南边缘为苏95井(显示井),过气田有4~9号样点。在气藏上方及边界各化探指标均有高强度的异常,SC₁、SC₂₊、WC₂₊以及吸附丝4-甲基庚烷、正戊烷都出现了高异常值。图中可见,化探指标较好地反映了深部烃类垂向微渗漏在气藏边界的特点。

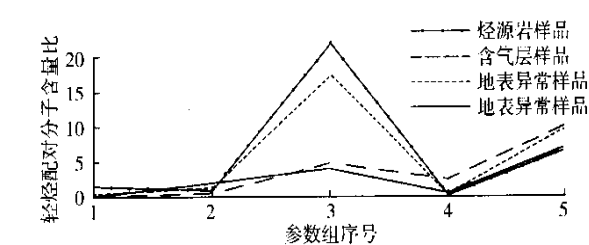
2.3 异常可靠性检验

2.3.1 甲烷碳同位素

选取气藏边界2个异常点样品检测酸解烃甲烷碳同位素,结果分别为-34.37‰、-34.36‰,而盐城1井天然气样甲烷碳同位素值为-38.53‰。它们具有较好的可比性,属于裂解气至凝析气范畴。表明地表高浓度甲烷来自深部油气源。

2.3.2 轻烃配对分子参数对比

为了探索地表化探异常与深源烃类物质的关系,以盐城1井烃源岩、含气层、气藏边界地表异常点样品的烃指纹配对分子进行对比(图3),结果表明,它们之间具有类似的“指纹”。烃类由深部运移至地表,有些特征发生了变化,但有些特征却是继承性的,由图可见,烃源岩、含气层、地表异常点样品的吸附丝轻烃配对分子的曲线虽然有一些差异,但总体特征相似,变化趋势基本一致,说明地表化探异常与深部热解成因烃类具有同源性或亲缘性。



参数组 1— $u(4\text{-甲基庚烷})/u(\text{乙基苯})$ 2— $u(2\text{-甲基萘})/u[(2\text{-甲基-丁基})\text{环己烷}]$ 3— $u(3,5\text{-二甲基辛烷})/u(1\text{-甲基-4-异丙基环己烷})$ 4— $u(2,4\text{-二甲基辛烷})/u(1,2,3,5\text{-四甲基苯})$ 5— $u(\text{正十一烷})/u(\text{戊基环己烷})$

图3 不同位置样品吸附丝轻烃配对分子含量对比

3 化探指标组合在未知区的应用实例

通过对朱家墩气田上方十字地球化学剖面的研究,利用所提取的有效化探指标组合及模式,对朱家墩气田北西西向的盘湾地区的油气聚集有利地段进行了评价。测量面积为50 km²,采样密度为4个点/km²。在抑制各种干扰因素的前提下,根据异常组合、配置、叠合程度和强度等特征,确定了盘湾地区具勘探意义的Ⅰ级综合异常——东厦综合异常区,Ⅱ级综合异常——盘X1井综合异常区(图4)。东厦异常区尚未部署钻井,在Ⅱ级综合异常内钻探的盘X1井见到了油气显示。在盐城凹陷勘探无突破的情况下,油气化探所提供的东厦综合异常区已引

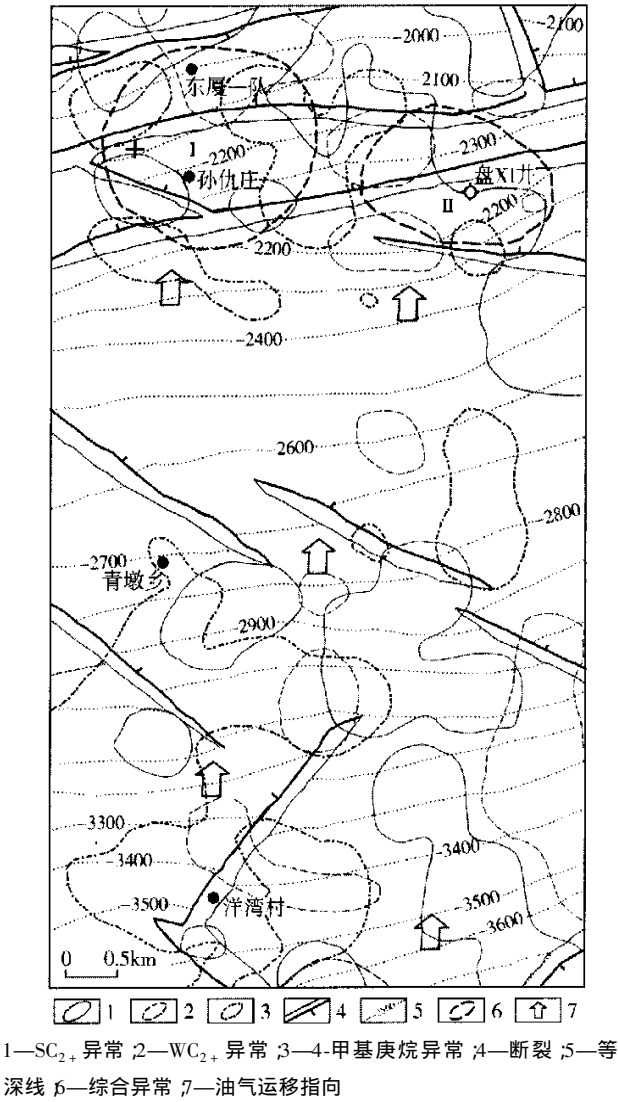


图 4 盘湾地区化探详查和三维地震综合成果起决策者的高度重视。

4 化探成果与油气地质条件

4.1 化探指标特征与封盖条件

封盖条件的好坏是油气成藏、保存的关键。盆地(或凹陷)中如果具有丰富的油气资源,油气藏中的烃类经过微渗漏作用形成较高的地球化学场。在区域盖层条件较好的前提下,烃类的微渗漏主要受该条件的限制,形成较稳定的、变化较小的地球化学场。当区域盖层条件较差或构造活动强烈、断层发育时,所形成地球化学场具有起伏大、指标浓度变化显著的特征。盘湾地区地表化探主要指标浓度特征(表 1)与我国主要含油气盆地的地球化学场(表 2)^[2]比较,盘湾测区 SC_1 、 SC_{2+} 指标的浓度高、变异系数小,说明该区地球化学场稳定,属较高地球化学场强度的特点,这与实际勘探成果相符,即盐城凹陷内广泛发育的阜二段、泰二段暗色泥岩、泥灰岩和阜

表 1 盘湾地区主要化探指标参数

指标	含量范围	平均值	标准偏差	变异系数	概率特征
SC_1	251.0~994.0	600.0	132.1	0.22	服从正态分布
SC_{2+}	12.7~104.7	38.8	17.3	0.45	偏度服从正态分布
WC_{2+}	0.05~4.2	0.51	0.41	0.80	服从正态分布

注 SC_1 、 SC_{2+} 单位为 $\mu L/kg$ (表 2 同), WC_{2+} 单位为 $\mu L/L$ 。

表 2 我国主要含油气盆地区域地化场划分准则

指标	区域场丰度			区域场稳定度*		
	高背景场	中背景场	低背景场	高度非均匀场	非均匀场	均匀场
SC_1	>300	90~300	<90	>2	1~2	<1
SC_{2+}	>20	6~20	<6	>2	1~2	<1

* 依据变异系数值大小

一段中上部暗色含膏泥岩为良好的区域盖层。

4.2 指标异常特征

在盘湾测区内(见图 4),东厦综合异常区酸解烃指标浓度显示出高值晕环的特征,吸附丝 4-甲基庚烷指标也呈现较完整的环状晕,而顶空气指标浓度显示半环低值特征,这种酸解烃异常可能代表早期由深部运移达地表的烃类,而现在向上运移已经衰减,4-甲基庚烷(较重组分)可能代表运移烃在地表的残余。这种特征的原因可推测是向上运移的通道已经由开启转向封闭,烃类当今时期垂向运移大大减弱。

盘 X1 井综合异常区顶空气指标浓度呈近似环状异常分布,而酸解烃指标浓度在北东呈块状分布,4-甲基庚烷呈环状分布。这种特征表明该部位烃类的运移从未中断,属补偿性的微渗漏,反映该异常区的圈闭保存条件相对于东厦异常区为差。

4.3 运移条件与化探成果

油气起源于潜在源岩层的沉积,当烃源岩层受必要的地质时代和热力作用的影响时,潜在的烃源岩层才能生成油气。最后油气从烃源层向地表微运移。油气的生成量和质量取决于原始干酪根类型、热生成作用、运移作用以及生成的油气的混和及其与含有细菌的地表水的混和。在这演化期间,油和气发生运移(图 5)^[3]。油气运移可能是水平的,垂直的或者一个在前,一个在后,它取决于生油气源岩

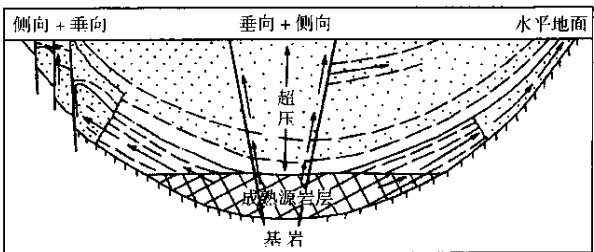


图 5 区域油气运移模式

层及水平伸展可渗层或裂隙、垂直断层等因素。

某些化探指标不仅可以反映出油气藏垂向运移时烃类在地表的显示,而且可以反映出油气侧向运移时烃类在地表的显示,这种特征在酸解烃、顶空气、吸附丝指标中表现得非常突出。由图 4 中可以看出,油气化探综合异常整体分布具有较明显的分带性,即北部为东厦村—盘 X1 井异常带,南部为青墩乡—洋湾乡异常带。测区北部是地层上倾方向,也是油气运移的指向区。东厦异常区及盘 X1 井异常区主要接受自其东南方向运移的气体。测区南部的强烈异常带明显受断裂控制,与断裂切割生油凹陷的陡坡地带有关。油气化探异常的这种南北分带性反映了后期成熟的天然气的充注是由南东向北西连续进行的。

5 结束语

油气化探的酸解烃、顶空气、吸附丝方法在盐城凹陷油气勘探中取得了较好的效果,而酸解烃甲烷碳同位素、吸附丝指纹图谱可以作为判别异常成因的可靠证据。

通过对盐城凹陷已知气田化探资料的分析和研

究,建立的有效指标组合及模式用于未知靶区预测,为该区寻找天然气提供了地球化学依据,达到了预测和评价天然气的目的。

油气化探过程是揭示地质作用所引起的地球化学变化的过程,因此要以石油地质观点认识化探成果,从整体上把握综合异常,才能比较深入地作出符合客观地质条件的解释。

加强地质、物探、化探多参数方法的综合勘查是当今油气勘探中的发展方向,也是勘探获得成功的必要途径。

参考文献:

- [1] 陈安定,王文军,岳克功,等.盐城朱家墩气田气源及发现意义[J].石油勘探与开发,2001,28(6).
- [2] 汤玉平,丁相玉,吴向华,等.中国主要含油气盆地区域地球化学场参数特征及其成因研究[J].石油勘探与开发,2001,28(3).
- [3] Pratsch J C. Vertical migration of oil and gas: a parameter in exploration[J]. Journal of petroleum geology, 1994, 114(4).
- [4] 费琪,范士芝,梅廉夫,等.成油体系分析与模拟[M].武汉:中国地质大学出版社,1997.
- [5] 刘崇禧,徐世荣.油气化探方法与应用[M].合肥:中国科学技术大学出版社,1992.

THE COMPOSITE GEOCHEMICAL ANOMALY IN THE ZHUJIADUN GAS FIELD OF YANCHENG DEPRESSION AND ITS GEOLOGICAL SIGNIFICANCE

WANG Guo-jian^{1,2}, DENG Ping¹, SHI Mei-kui³,

(1. Institute of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China; 2. Hefei Institute of Petroleum Geochemical Exploration, SinoPec, Hefei 230022, China; 3. Exploration Company of Jiangsu Bureau of Petroleum Exploration, SinoPec, Yangzhou 225009, China)

Abstract: Using such isotopic means as hydrocarbon acidolysis, top air measurement, adsorption filament and carbon methane, the authors made integrated oil and gas geochemical exploration and established geochemical anomaly models for indices of these methods in this area. On the basis of summing up anomaly regularity of known oil and gas areas, the geochemical methods and index combinations were optimized and then applied to unknown areas, which led to the delineation of oil and gas target areas. The relationship between surface geochemical anomalies and characteristics of petroleum geology is also discussed, which is helpful to geological interpretation of geochemical anomalies.

Key words: integrated oil and gas geochemical exploration; anomaly model; prognosis and evaluation; petroleum geology

作者简介:王国建(1972—),男,工程师,辽宁大连人。1996年毕业于成都理工学院石油与天然气地质勘查专业,主要从事油气地球化学勘查的科研与生产工作。现为中国地质大学在读硕士生。